

PAT-NO: JP02000324728A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2000324728 A

TITLE: STATOR CORE, STATOR, MOTOR,  
COMPRESSOR AND MANUFACTURE  
OF THE STATOR CORE

PUBN-DATE: November 24, 2000

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
OIKAWA, TOMOAKI	N/A
TAJIMA, YASUYOSHI	N/A
ARAI, TOSHIO	N/A
KAZAMA, OSAMU	N/A
MASUMOTO, KOJI	N/A
KATO, MASAKI	N/A
BABA, KAZUHIKO	N/A
AKITA, HIROYUKI	N/A
NAKAHARA, YUJI	N/A
OTA, JUNICHI	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
MITSUBISHI ELECTRIC CORP	N/A

APPL-NO: JP11134189

APPL-DATE: May 14, 1999

INT-CL (IPC): H02K001/14, H02K001/18 , H02K003/30 ,  
H02K015/02

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a concentrate winding type motor, which can realize both the reduction of copper loss and the reduction of iron loss which are incompatible with each other or can realize significant

reduction in either  
of copper loss or iron loss, while the other loss does not  
increase and has  
high efficiency.

SOLUTION: A stator core 4 has a back yoke part 41 and a  
plurality of teeth 6  
which protrude from the back yoke part 41. In the cross  
section of the stator  
core, the angle between a tooth side part side 7 and a  
tooth tip part side 8  
which is formed on the tooth tip side of the tooth side  
part side 7 and a  
pinching angle between the tooth side part side 7 and a  
tooth root part side 9,  
which is formed on the tooth root side of the tooth side  
part side 7, are set  
approximately 120

COPYRIGHT: (C)2000,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2000-324728  
(P2000-324728A)

(43) 公開日 平成12年11月24日 (2000. 11. 24)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-マ-ト* (参考)
H 0 2 K	1/14	H 0 2 K	1/14
	1/18		1/18
	3/30		3/30
	15/02		15/02
			D

審査請求 未請求 請求項の数18 OL (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願平11-134189

(22) 出願日 平成11年5月14日 (1999. 5. 14)

(71) 出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72) 発明者 及川 智明

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三  
菱電機株式会社内

(72) 発明者 田島 庸賀

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三  
菱電機株式会社内

(74) 代理人 100102439

弁理士 宮田 金雄 (外2名)

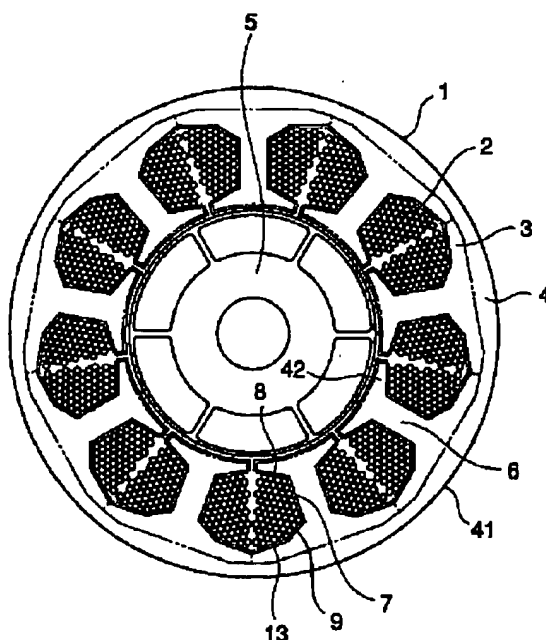
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 固定子鉄心、固定子、電動機、圧縮機および固定子鉄心製造方法

(57) 【要約】

【課題】 磁路体積を小さくすることなく巻線総断面積を増やすことができず、銅損と鉄損の相反する損失を両方低減することができなかった。

【解決手段】 バックヨーク部41、バックヨーク部41から突出した複数のティース6とを有する固定子コア4において、ティース6のティース側面のティース側面部辺7とティース側面部辺7に対してティースの先端側に位置するティース先端部辺8の挟角およびティース側面部辺7とティース側面部辺7に対してティースの根元側に位置するティース根元部辺9の挟角を固定子コアの横断面において略120°とした。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 バックヨーク部と、当該バックヨーク部から突出した複数のティース部とを有する固定子鉄心において、

前記ティース部は、ティース側面のティース側面部辺と、当該ティース側面部辺に対してティースの先端側に位置するティース先端部辺を有し、前記ティース側面部辺と前記ティース先端部辺の挟角を固定子鉄心の横断面において略120°としたことを特徴とする固定子鉄心。

【請求項2】 前記ティース部は、前記ティース側面部辺に対して前記ティースの根元側に位置するティース根元部辺とを有し、前記ティース側面部辺と前記ティース根元部辺の挟角を固定子鉄心の横断面において略120°としたことを特徴とする請求項1記載の固定子鉄心。

【請求項3】 前記ティース側面部辺と前記ティース先端部辺の交差部にはアールが形成されており、このアール半径を巻線の半径よりも小さくしたことを特徴とする請求項1記載の固定子鉄心。

【請求項4】 前記バックヨーク部はその側面にバックヨーク側辺を有し、当該バックヨーク側辺と前記ティース根元部辺との挟角は略150°であることを特徴とする請求項2記載の固定子鉄心。

【請求項5】 バックヨーク部、当該バックヨーク部から突出した複数のティース部とを有する固定子鉄心と、前記ティース部の表面を覆う絶縁部材と、当該絶縁部材を介して前記ティース部に巻装された巻線とを有する固定子において、

前記ティース部は固定子の横断面においてティース側面のティース側面部辺と、当該ティース側面部辺に対してティースの先端側に位置するティース先端部辺とを有し、前記絶縁部材は固定子の横断面において前記ティース側面部辺を覆う第1の辺と、前記ティース先端部辺を覆う第2の辺とを有し、前記第1の辺と前記第2の辺の挟角を固定子鉄心の横断面において略120°としたことを特徴とする固定子。

【請求項6】 前記ティース側面部辺と前記ティース先端部辺の挟角は前記第1の辺と前記第2の辺との挟角よりも大きいことを特徴とする請求項5記載の固定子。

【請求項7】 前記ティース部は、前記ティース側面部辺に対して前記ティースの根元側に位置するティース根元部辺とを有し、前記絶縁部材は、前記ティース根元部辺を覆う第3の辺を有し、前記第2の辺と前記第3の辺の挟角を固定子の横断面において略120°としたことを特徴とする請求項5記載の固定子。

【請求項8】 前記絶縁部材の前記第1の辺の長さLは、前記巻線の直径をdとすると、 $L = d(n - 1 + \tan 30^\circ)$  (nは任意の自然数)の関係性を有することを特徴とする請求項7記載の固定子。

【請求項9】 前記絶縁部材は、前記固定子鉄心の端部においてティースの表面を覆う部分を有し、ティースの突出方向に平行な縦断面においてティース表面を覆う第4の辺と当該第4の辺に対してティース先端側に位置する第5の辺の挟角が略120°であることを特徴とする請求項5記載の固定子。

【請求項10】 バックヨーク部と、当該バックヨーク部から突出した複数のティース部とを有する固定子鉄心において、

10 前記ティース部は、ティース側面のティース側面部辺と、前記ティース側面部辺に対して前記ティースの根元側に位置するティース根元部辺とを有し、前記ティース側面部辺と前記ティース根元部辺の挟角を固定子鉄心の横断面において略120°とし、且つ前記ティース部の数を9本としたことを特徴とする固定子鉄心。

【請求項11】 バックヨーク部と当該バックヨーク部から突出した複数のティース部とを有する固定子鉄心と、前記ティース部の表面を覆う絶縁部材と、当該絶縁部材を介して前記ティース部に巻装された巻線とを有する固定子において、

20 前記ティース部はその側面にティース側面部辺を有し、当該ティース側面部辺のティース先端側若しくはティース根元側の端にはアールが形成され、前記絶縁部材は、前記ティース側面部辺を覆う第1の辺と、前記当該アールが形成された部分を覆う第2の辺とを有し、前記第1の辺と前記第2の辺との挟角が略120°であることを特徴とする固定子。

【請求項12】 バックヨーク部、当該バックヨーク部から突出した複数のティース部とを有する環状の固定子鉄心と、当該環状の固定子鉄心の内部に前記ティース部と対向して設けられたインナーロータと、前記ティース部の表面を覆う絶縁部材と、当該絶縁部材を介して前記ティース部に集中巻きした巻線とを有する電動機であって、

前記絶縁部材は前記固定子鉄心の横断面において、前記ティース部の側面を覆う第1の辺と、当該第1の辺に対して前記ティース部の先端側に位置する第2の辺とを有し、前記第1の辺と前記第2の辺との挟角を略120°とし、

40 前記第1の辺および前記第2の辺上に前記巻線を俵巻きで巻装したことを特徴とする電動機。

【請求項13】 バックヨーク部、当該バックヨーク部から突出した複数のティース部とを有する固定子鉄心と、当該固定子の前記ティース部と対向して設けられたインナーロータと、前記ティース部の表面を覆う絶縁部材と、当該絶縁部材を介して前記ティース部に巻線とを有する電動機を有し、当該電動機により冷媒の圧縮を行なう圧縮機であって、前記絶縁部材をポリフェニレンサルファイド樹脂により成形したことを特徴とする圧縮機。

50 【請求項14】 バックヨーク部、当該バックヨーク部

から突出した複数のティース部を有する固定子鉄心と、前記ティース部の表面を覆う絶縁部材と、当該絶縁部材を介して前記ティース部に巻装された巻線とを有し、前記絶縁部材は前記固定子鉄心の横断面において、前記ティース部の側面を覆う第1の辺と、当該第1の辺に対して前記ティース部の先端側に位置する第2の辺とを有し、前記第1の辺と前記第2の辺との挟角を略120°とした固定子製造方法であって、

前記バックヨーク部、前記複数のティース部、当該複数のティース部間を繋ぐ連結部を有し、当該連結部において折り曲げ可能な固定子鉄心を作成する第1ステップと、

前記第1ステップの後、前記固定子鉄心の前記複数のティース部を互いに平行に又は平行よりも前記複数のティース部が互いに広げた状態で保持し、前記絶縁部材を前記ティース部に取り付ける第2ステップと、

前記第2ステップの後、前記固定子鉄心の前記複数のティース部を互いに平行に又は平行よりも前記複数のティース部が互いに広げた状態で、前記絶縁部材を介して前記ティース部に前記巻線を集中的に巻装する第3ステップと、

前記第3ステップの後、前記連結部において前記固定子鉄心を環状に折り曲げる第4ステップとを有することを特徴とする固定子製造方法。

【請求項15】 前記連結部は、前記ティース部を繋ぐバックヨーク部に設けられた薄肉部であり、当該薄肉部にて前記固定子鉄心を環状に折り曲げることを特徴とする請求項14記載の固定子製造方法。

【請求項16】 前記固定子鉄心は凸部および凹部を有する複数のコア片を積層して形成され、積層方向に相隣るコア片の前記凸部と凹部とを嵌合させて前記連結部を形成することを特徴とする請求項14記載の固定子製造方法。

【請求項17】 前記固定子鉄心は凸部および凹部を有する複数のコア片を積層して形成され、同一層において相隣るコア片の前記凸部と凹部とを嵌合させて前記連結部を形成することを特徴とする請求項14記載の固定子製造方法。

【請求項18】 貫通穴を有する複数のコア片を積層して前記固定子鉄心を形成し、前記複数のコア片に設けられた貫通穴にピンを挿入することにより前記連結部を形成することを特徴とする請求項14記載の固定子製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、圧縮機などに用いられる電動機に関するものである。

【0002】

【従来の技術】近年冷蔵庫やエアコンの圧縮機用電動機などには、コイルエンドが縮小でき巻線抵抗が小さく

きる集中巻型電動機が高効率化とコンパクト化の目的で検討されている。以下、冷蔵庫やエアコンの圧縮機用電動機として用いられている従来の集中巻型電動機について説明する。ここで、集中巻とは、複数のティースにまたがらずに1つのティースの回りに集中的に巻線を巻くことをいう。

【0003】図14は、従来の一般的な集中巻型電動機の固定子コアおよび回転子の断面図である。1は固定子、3は絶縁部材としてのインシュレータであり一点鎖線で示している、4は固定子コアである。この固定子コア4は、図14に示した断面形状の磁性材料が複数枚積層されて形成されている。図示していないが巻線は固定子コア4の内径側よりインシュレータ3を介してティース6に直巻きされる。5は固定子に対向して配置された回転子であり、固定子コア4に巻回された巻線に電流を通電することによって回転子5にトルクが発生し、回転子5が回転する。6は固定子コアに形成されたティースであり、このティースは図14における奥行き方向に厚みを有している。

【0004】固定子コア4は、ティース6、ティース6の根元側に設けられたバックヨーク部41、ティース6先端のロータ対向部42とから構成される。また、ティースとティースの間の巻線が収納されている空間をスロットと呼び、このスロットはティース側面部辺7とティース先端側辺8およびバックヨーク側辺13という3つの辺で囲まれる。

【0005】従来の一般的な集中巻型電動機では、巻線のし易さから、ティース側面部辺7とティース先端側辺8とがなす角度およびティース側面部辺7とバックヨーク側辺13とがなす角度は90度か90度に近いものが一般的であった。

【0006】従来例2。また、集中巻型ではないが、特開平8-103043号には電機掃除機の送風電動機の電機子鉄心が記載されている。図17は、電機子鉄心の斜視図であり、図17(a)はコイルスロットの形状を示す図である。図17(b)は電機子コイルが巻装される前の電機子鉄心の斜視図、図17(b)は電機子コイルが巻装されている電機子鉄心の斜視図である。図18はコイルスロットの形状を示す図である。

【0007】図17、図18において、171は回転子、172は回転子鉄心、176は回転子鉄心172に形成されている複数のコイルスロット、177はコイルスロット176の外周開口を閉じるコイル抜け止め用の蓋である。178は後述の電磁線179が回転子鉄心172に直に触らないように設けられる絶縁板であり、179は絶縁板178上に巻かれる電磁線である。蓋177は電磁線179が全部巻装した後にコイルスロット176の開口部側に取り付けられ、電磁線179が開口部から抜け出ないようにしている。そして、一番上側の電磁線179と蓋177との隙間を0.22mmと大きく

確保することにより、蓋177の取り付けをしやすくしている。但し、この送風電動機は図17(b)に示すように集中巻ではなく、分布巻きの電送機の例である。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】上記のような従来例1の集中巻型電動機、および従来例2の送風電動機では次のような問題点があった。電動機はなるべく少ない電動機損失で駆動できれば高効率となるが、従来の電動機は損失が多いものであった。この電動機の損失は銅損と鉄損とに分離される。

【0009】銅損は電流を $I$ 、巻線抵抗を $R$ とすると、銅損 $=I^2 \cdot R$

で表される。また電動機のトルクは、アンペアターン $=I \cdot n$  ( $n$ は巻数)に比例するため、 $n$ が多くなれば少ない電流 $I$ でトルクを発生できる。ここで、巻線の線径を変えずに巻数 $n$ を増やすと巻線抵抗 $R$ が $n$ に比例して大きくなるが、その分電流は減少できるため、2乗で効く電流の効果で銅損が低減される。また巻線 $n$ は同じで巻線の線径だけ大きくした場合には電流 $I$ は同じで、巻線抵抗 $R$ が減少するために同じく銅損は低減する。即ち、巻数 $n$ を増やすか、線径を大きくし、巻線の総断面積を増やしてやれば銅損は低減できる。

【0010】一方鉄損は磁束密度に関係し、磁束密度が大きい程鉄損が大きくなる。磁束密度は単位体積あたりの磁束量であるため、磁束の通過する箇所の体積を増やせば低減できる。

【0011】銅損と鉄損は相反するもので、銅損を低減しようと巻線を多く巻く(又は太い巻線を巻く)ためにスロットを大きくすれば、磁束が通過する固定子鉄心の体積が減少し、鉄損が増加する。また、鉄損を低減しようとスロットを小さくして固定子鉄心の体積を増加させれば、巻線を巻くスペースが減少して銅損が増加する。

【0012】図19は、従来例1の電動機の鉄損を示す鉄損解析図である。図19において、図の黒い部分は磁束密度が高く鉄損が高い箇所を示している。この図から、ティース側面部辺7とティース先端側辺8との交差部分の形状が鉄損に大きく影響する部分であることがわかる。そして、従来例1の電動機のティース側面部辺とティース先端側辺との交差部分の形状では、鉄損が集中する形状であることがわかる。

【0013】従来例2で示した特開平8-103043号公報に記載された電動機の回転子は、ティース根元部分とティース側面との間の挟角を $120^\circ$ としているものの、ティース側面部辺とティース先端側辺の交差部の形状は従来のものと変わっていない。そのため、従来例2で示した電動機についても、依然としてティース側面部辺とティース先端側辺との交差部分に鉄損が集中しており、鉄損を低減させる構造ではなかった。

【0014】また、この電動機の回転子ではティース先端部側面付近まで巻線を形成することはできなかった。

そのため、銅損の低減という観点からも十分なものではなかった。

【0015】この発明は上記のような問題点を解消するためになされたもので、銅損と鉄損の相反する損失を両方低減、またはどちらかの損失を大きくすることなく、もう一方の損失を大幅に低減し、高効率な集中巻型電動機を提供することを目的とするものである。

【0016】

【課題を解決するための手段】この発明の固定子鉄心は、バックヨーク部と、当該バックヨーク部から突出した複数のティース部とを有する固定子鉄心において、前記ティース部は、ティース側面のティース側面部辺と、当該ティース側面部辺に対してティースの先端側に位置するティース先端部辺とを有し、前記ティース側面部辺と前記ティース先端部辺の挟角を固定子鉄心の横断面において略 $120^\circ$ としたものである。

【0017】また、前記ティース部は、前記ティース側面部辺に対して前記ティースの根元側に位置するティース根元部辺とを有し、前記ティース側面部辺と前記ティース根元部辺の挟角を固定子鉄心の横断面において略 $120^\circ$ としたものである。

【0018】さらに、前記ティース側面部辺と前記ティース先端部辺の交差部にはアールが形成されており、このアール半径を巻線の半径よりも小さくしたものである。

【0019】さらにまた、前記バックヨーク部はその側面にバックヨーク側辺を有し、当該バックヨーク側辺と前記ティース根元部辺との挟角は略 $150^\circ$ であることを特徴とするものである。

【0020】この発明の固定子は、バックヨーク部と、当該バックヨーク部から突出した複数のティース部と、前記ティース部の表面を覆う絶縁部材と、当該絶縁部材を介して前記ティース部に巻装された巻線とを有する固定子において、前記ティース部は、ティース側面のティース側面部辺と、当該ティース側面部辺に対してティースの先端側に位置するティース先端部辺とを有し、前記絶縁部材は、前記ティース側面部辺を覆う第1の辺と、前記ティース先端部辺を覆う第2の辺とを有し、前記第1の辺と前記第2の辺の挟角を固定子鉄心の横断面において略 $120^\circ$ としたものである。ここで、第1の辺は以下の実施の形態における辺32に対応し、第2の辺は以下の実施の形態における辺31に対応する。

【0021】また、前記ティース側面部辺と前記ティース先端部辺の挟角は前記第1の辺と前記第2の辺との挟角よりも大きいことを特徴とするものである。

【0022】さらに、前記ティース部は、前記ティース側面部辺に対して前記ティースの根元側に位置するティース根元部辺とを有し、前記絶縁部材は、前記ティース根元部辺を覆う第3の辺を有し、前記第2の辺と前記第3の辺の挟角を固定子鉄心の横断面において略 $120^\circ$

としたものである。

【0023】さらにまた、前記絶縁部材の前記第1の辺の長さLは、前記巻線の直径をdとすると、

$L = d(n-1 + \tan 30^\circ)$  (nは任意の自然数)

の関係有することを特徴とするものである。

【0024】また、前記絶縁部材は、固定子鉄心の端部においてティースの表面を覆う部分を有し、ティースの突出方向に平行な縦断面においてティース表面を覆う第4の辺と当該第4の辺に対してティース先端側に位置する第5の辺の挟角が略120°であることを特徴とするものである。。ここで、第4の辺は以下の実施の形態における辺35に対応し、第5の辺は以下の実施の形態における辺36に対応する。

【0025】この発明の固定子鉄心は、バックヨーク部と、当該バックヨーク部から突出した複数のティース部とを有する固定子鉄心において、前記ティース部は、ティース側面のティース側面部辺と、前記ティース側面部辺に対して前記ティースの根元側に位置するティース根元部辺とを有し、前記ティース側面部辺と前記ティース根元部辺の挟角を固定子鉄心の横断面において略120°とし、且つ前記ティース部の数を9本としたものである。

【0026】この発明の固定子は、バックヨーク部、当該バックヨーク部から突出した複数のティース部とを有する固定子鉄心と、前記ティース部の表面を覆う絶縁部材と、当該絶縁部材を介して前記ティース部に巻装された巻線とを有する固定子において、前記ティース部はその側面にティース側面部辺を有し、当該ティース側面部辺のティース先端側若しくはティース根元側の端にはアールが形成され、前記絶縁部材は、前記ティース側面部辺を覆う第1の辺と、前記アールが形成された部分を覆う第2の辺とを有し、前記第1の辺と前記第2の辺との挟角が略120°であることを特徴とするものである。ここで第1の辺とは以下の実施の形態における辺32に対応し、第2の辺とは以下の実施の形態における辺31、33に対応する。

【0027】この発明の電動機は、バックヨーク部、当該バックヨーク部から突出した複数のティース部を有する環状の固定子鉄心と、当該環状の固定子鉄心の内部に前記ティース部と対向して設けられたインナーロータと、前記ティース部の表面を覆う絶縁部材と、当該絶縁部材を介して前記ティース部に集中巻きした巻線とを有する電動機であって、前記絶縁部材は前記固定子鉄心の横断面において、前記ティース部の側面を覆う第1の辺と、当該第1の辺に対して前記ティース部の先端側に位置する第2の辺とを有し、前記第1の辺と前記第2の辺との挟角を略120°とし、前記第1の辺および前記第2の辺上に前記巻線を巻巻きで巻装したものである。ここで第1の辺とは以下の実施の形態における辺32に対応し、第2の辺とは以下の実施の形態における辺31に

対応する。

【0028】この発明の圧縮機は、バックヨーク部、当該バックヨーク部から突出した複数のティース部を有する固定子鉄心と、当該固定子の前記ティース部と対向して設けられたインナーロータと、前記ティース部の表面を覆う絶縁部材と、当該絶縁部材を介して前記ティース部に巻線とを有する電動機を有し、当該電動機により冷媒の圧縮を行なう圧縮機であって、前記絶縁部材をポリフェニレンサルファイド樹脂により成形したものである。

【0029】この発明の固定子製造方法は、バックヨーク部、当該バックヨーク部から突出した複数のティース部を有する固定子鉄心と、前記ティース部の表面を覆う絶縁部材と、当該絶縁部材を介して前記ティース部に巻装された巻線とを有し、前記絶縁部材は前記固定子鉄心の横断面において、前記ティース部の側面を覆う第1の辺と、当該第1の辺に対して前記ティース部の先端側に位置する第2の辺とを有し、前記第1の辺と前記第2の辺との挟角を略120°とした固定子製造方法であって、前記バックヨーク部、前記複数のティース部、当該複数のティース部間を繋ぐ連結部を有し、当該連結部において折り曲げ可能な固定子鉄心を作成する第1ステップと、前記第1ステップの後、前記固定子鉄心の前記複数のティース部を互いに平行に又は平行よりも前記複数のティース部が互いに広げた状態で保持し、前記絶縁部材を前記ティース部に取り付ける第2ステップと、前記第2ステップの後、前記固定子鉄心の前記複数のティース部を互いに平行に又は平行よりも前記複数のティース部が互いに広げた状態で、前記絶縁部材を介して前記ティース部に前記巻線を集中的に巻装する第3ステップと、前記第3ステップの後、前記連結部において前記固定子鉄心を環状に折り曲げる第4ステップとを有する。

【0030】また、前記連結部は、前記ティース部を繋ぐバックヨーク部に設けられた薄肉部であり、当該薄肉部で固定子鉄心を環状に折り曲げる。

【0031】さらに、前記固定子鉄心は凸部および凹部を有する複数のコア片を積層して形成され、積層方向に相隣のコア片の前記凸部と凹部とを嵌合させて前記連結部を形成する。

【0032】さらに、前記固定子鉄心は凸部および凹部を有する複数のコア片を積層して形成され、同一層において相隣のコア片の前記凸部と凹部とを嵌合させて前記連結部を形成する。

【0033】さらにまた、貫通穴を有する複数のコア片を積層して前記固定子鉄心を形成し、前記複数のコア片に設けられた貫通穴にピンを挿入することにより前記連結部を形成する。

【0034】

【発明の実施の形態】以下の実施の形態では、圧縮機に用いられる集中巻型電動機について説明する。

10

20

30

40

50

実施の形態1. 以下、この発明の実施の形態を図1及び図2に基づいて説明する。図1はこの発明の実施の形態1における集中巻型電動機の横断面図である。また、図2は図1のスロット部分を拡大した図である。1は固定子、2は巻線、3は絶縁部材としてのインシュレータであり、4は固定子コアである。巻線2は固定子コア4の内径側から巻線機のノズルが挿入されて、このノズルを動かすことによりインシュレータ3を介してティース6に直巻きされる。巻線2はティース6に対していわゆる集中巻で巻装される。5は固定子に対向して配置された回転子であり、6は固定子コアに形成されたティースである。

【0035】インシュレータ3は、巻線2と固定子コア4との間の絶縁を行なうために設けられるものである。圧縮機に用いるインシュレータ3としては、PPS樹脂（ポリフェニレンサルファイド）を用いる。このPPS樹脂とは、パラジクロルベンゼンと硫化アルカリを高温高圧下で反応させて得られる $[-Ph-S-]$ の繰返し構造からなる熱可塑性の結晶性エンブラである。このPPS樹脂は従来のインシュレータ材料に比べ、耐熱性に優れ、加水分解の心配がない、耐熱性が高い、成形性が良い、強度、剛性が高いという特性を有している。

【0036】そのため、従来の冷媒（HCFC冷媒、CFC冷媒）、またそれに変わる新冷媒（HFC冷媒）、冷凍機油いずれに対しても安定性が高く、圧縮機電動機のインシュレータとして適している。また、本実施の形態に記載したインシュレータ材料は、後述するように辺31と辺32の挟角、辺32と辺33の挟角を $120^\circ$ に成形する必要がある、この材料を用いることで成形後のインシュレータ形状が適切な形状で作成できる点で有効である。また、集中巻きは分散巻きに対してインシュレータにかなりのテンションがかかる。そのため、インシュレータ自体の剛性が不可欠となり、PPS樹脂が有効である。

【0037】固定子コア4は、ティース6、ティース6の根元側に設けられるバックヨーク部41、ティース6先端に設けられ回転子5と対向するのロータ対向部42とから構成される。また、ティース6に巻線2が巻き回されている領域をスロット10と呼び、このスロット10はティース側面部辺7、ティース先端側辺8、ティース根元部辺9およびバックヨーク側辺13という4つの辺で囲まれる領域である。

【0038】ティース側面部辺7とはティース6の側面上の辺であり、ティース先端側辺8とはティース6の側面に対して先端側に位置するティース先端側面上の辺であり、ティース根元部辺9とはティース6の側面に対してティースの根元側に位置するティース根元側面上の辺である。

【0039】この実施の形態における集中巻型電動機では、ティース側面部辺7とティース先端側辺8の挟角 $\theta$

1と、ティース側面部辺7とティース根元部辺9の挟角 $\theta$ 2の角度がいずれも $120^\circ$ である。また、バックヨーク側辺13はティース側面部辺7に対して $90^\circ$ の角度を有している。そのため、ティース根元部辺9とバックヨーク側辺13の挟角 $\theta$ 3は $150^\circ$ となっている。さらに、互いに隣接するバックヨーク側辺13同士の挟角 $\theta$ 4についても $180^\circ$ よりも小さい角度となっている。

【0040】第1層の巻線2はティース先端側辺8、ティース側面部辺7、ティース根元部辺9と接して配置され、巻線2同士も接して配置される。ティース根元部辺9とバックヨーク側辺13との交差部、ティース根元部辺9とティース側面部辺7との交差部、さらにティース側面部辺7とティース先端側辺8との交差部すべてにおいて、隣接する2つの辺に接するように巻線2が配置される。このような配置は、ティース先端側辺8からティース根本部辺9にかけて巻線2をティースに安定して整列させるのに有効である。

【0041】また、インシュレータ3は、ティース6のティース先端側辺8、ティース側面部辺7、ティース根元部辺9、バックヨーク側辺13に対応する辺31、32、33、34を有している。このインシュレータ3は、ティース6の形状と同様な形状となっている。即ち、この実施の形態では辺31と辺32の挟角、辺32と辺33の挟角は $120^\circ$ となっている。また、辺33と辺34との挟角は $\theta$ 3と一致し、 $150^\circ$ であり、互いに隣接する辺34の挟角も $\theta$ 4と一致している。実施の形態におけるインシュレータ3は一定の肉厚を有している。只、肉厚は箇所に応じて変更してもよい。

【0042】インシュレータ3の辺32の距離L1、辺33の距離L2は、以下の距離に設定される。

$$L1 = d(n-1 + \tan 30^\circ)$$

$$L2 = d(n-1 + \tan 30^\circ / 2 + \tan 15^\circ / 2)$$

ここで、nは任意の自然数、dは巻線の直径である。巻装等の際に巻線が伸びることがあるため、巻線の直径dは巻装の伸びも考慮した値とすることが望ましい。この場合、巻線の直径dは初期の値よりも小さくなる。このような距離に設定されるのは、辺32は両端が $120^\circ$ になっているのに対し、辺33は一端が $120^\circ$ に他端が $150^\circ$ に設定されているためである。

【0043】固定子コアの辺7、9およびインシュレータの辺32、33が以上のような距離に設定されることにより、第1層の巻線2は辺31、辺32、辺33と接して配置され、巻線2同士も接して配置される。辺33と辺34との交差部、辺33と辺32との交差部、さらに辺32と辺31との交差部すべてにおいて、隣接する2つの辺に接するように巻線2が配置される。このような配置は、ティース先端側辺8からティース根本部辺9にかけて巻線2をティースに安定して整列させるのに有



効である。

【0044】この実施の形態における集中巻型電動機は、ティース側面部辺7とティース先端側辺8とで形成される角 $\theta 1$ 、ティース側面部辺7とティース根元部辺9とで形成される角 $\theta 2$ を $120^\circ$ にしている。従来形状品の鉄損解析図である図19に示したように、ティース側面部辺7とティース先端側辺8とが交わる部分は鉄損が集中する部分であり、この部分の形状が鉄損低減に大きく影響するが、この実施の形態では角 $\theta 1$ を $120^\circ$ に形成しているため、この部分の磁束が流れ易くなり従来に比べて鉄損が大幅に低減される。

【0045】また、ティース側面部辺7とティース先端側辺8の挟角 $\theta 1$ を $120^\circ$ とすることは、鉄損低減だけではなく銅損低減にもつながる。この実施の形態における集中巻型電動機は、ティース側面部辺7とティース先端側辺8の挟角 $\theta 1$ 、ティース側面部辺7とティース根元部辺9の挟角 $\theta 2$ を $120^\circ$ としているため、巻線2を倭積みすることが可能である。

【0046】ここで倭積みとは1層目の巻線と2層目の巻線を $30^\circ$ ずらして積層するものであり、このようにしてティース6の回りに巻線2を巻くことにより巻線と巻線の隙間(デッドスペース)を小さくすることができる。この巻き方の場合、ティース側面部辺7とティース先端側辺8の挟角 $\theta 1$ 、ティース側面部辺7とティース根元部辺9の挟角 $\theta 2$ を $120^\circ$ にすれば最もスロット10内のデッドスペースを低減することができる。

【0047】図15は、ティース側面部辺7とティース先端側辺8の挟角 $\theta 1$ 、ティース側面部辺7とティース根元部辺9の挟角 $\theta 2$ が $90^\circ$ の場合の巻線積層例を示したものである。挟角 $\theta 1$ 、挟角 $\theta 2$ が $90^\circ$ の場合に、1層目と2層目を両端辺に沿って巻線すれば、図から明らかなようにデッドスペース11が多いものになってしまう。

【0048】図16は、ティース側面部辺7とティース先端側辺8の挟角 $\theta 1$ 、ティース側面部辺7とティース根元部辺9の挟角 $\theta 2$ が $90^\circ$ の場合の他の巻線積層例を示したものである。この図に示したように、1層目の巻線の間に2層目を配置するように積層しても、ティース先端側辺8とティース根元部辺9と巻線2との間にデッドスペース11が大きく空いてしまう。

【0049】図15、図16と本実施の形態とを比較してわかるように、この実施の形態における集中巻型電動機では、ティース側面部辺7とティース先端側辺8の挟角 $\theta 1$ 、ティース側面部辺7とティース根元部辺9の挟角 $\theta 2$ を両方 $120^\circ$ にすることで、1層目の巻線と2層目の巻線を $30^\circ$ ずらして積層する理想的な倭巻きを行なうことが可能となり、かつスロット10内のデッドスペースを低減することができる。これにより銅損の低減が可能となる。

【0050】以上説明したように、この実施の形態にお

ける集中巻型電動機ではティース側面部辺7とティース先端側辺8とで形成される角 $\theta 1$ 、ティース側面部辺7とティース根元部辺9とで形成される角 $\theta 2$ を $120^\circ$ にすることにより、磁束が流れ易く鉄損を低減することが可能となるとともに、巻線デッドスペースを小さくすることが可能となり小さいスロット面積内に図12、13と同量の巻線を巻くことが可能である。

【0051】したがって、銅損を大きくすることなく、鉄損を低減できている、高効率な電動機が達成可能な形状となっている。またスロット面積の大きさと鉄心の大きさのバランスから、鉄損同等、銅損低減ということも可能で、電動機の要求スペックに応じて、さまざまな高効率電動機の提供が可能となる。このように、この実施の形態における集中巻電動機は相反する鉄損・銅損を低減させることが可能となる。

【0052】さらに、この実施の形態においては隣接する複数のティースに対応するティース根元部辺9a、9bとの間にはバックヨーク側辺13a、13bが配置されている。またティース根元部辺9aとバックヨーク側辺13aの挟角 $\theta 3$ 、ティース根元部辺9bとバックヨーク側辺13bの挟角 $\theta 3$ は $180^\circ$ よりも小さい角度、ここでは $150^\circ$ としている。このような構造により、挟角 $\theta 2$ の角度を $120^\circ$ としたまま、従来の巻線機に比べティース間隔を広げることができる。また、このような構造により、バックヨークの厚さを確保したまま固定子のコアの小型化を可能としている。

【0053】圧縮機全体の大きさは、固定子コアの直径によって大きく左右されることになるため、上記構造は圧縮機の小型化に大きく貢献する。

【0054】さらにまた、この実施の形態においては、ティース側面部辺7に対してティース先端側辺8、ティース根元部辺9の双方が $120^\circ$ の角度を有していることにより、巻線2の位置ずれを低減できる。巻線2は倭積みされた状態でティース側面部辺7に対してティース先端側辺8、ティース根元部辺9で囲まれた極めて安定した状態で配置される。

【0055】さらに、この実施の形態においては、ティースの数(ティース数)を9本としているが、この数は $\theta 2$ を $120^\circ$ としている場合に有効な極数である。一般的に圧縮機のティース数としては、6本、9本、12本が使用されるが、例えば6本のティースで本実施の形態の $\theta 2$ 、 $\theta 3$ の角度を確保するには図20に示すように固定子コアの直径が大きくなる。固定子コアの直径をより小さくするように設計するには、バックヨークの厚みを薄くすることで対応せざるを得ないため圧縮機の性能悪化につながる。本実施の形態ではティース数を9本としているため、本実施の形態のように $\theta 2$ を $120^\circ$ 、 $\theta 3$ を $150^\circ$ とした場合でも、バックヨークの厚みを確保することができるとともに固定子コアの直径を小さくすることができる。

【0056】実施の形態2. 図3は、この発明の実施の形態2における集中巻型電動機の固定子のスロット拡大図である。本実施の形態では固定子のスロットを構成する各辺のうち、ティース側面部辺7とティース先端側辺8の挟角 $\theta 1$ のみを $120^\circ$ にしたものである。ティース側面部辺7とティース根元部辺9の挟角 $\theta 2$ は、 $120^\circ$ 以下の角度、例えば $90^\circ$ としている。

【0057】また絶縁部材としてのインシュレータ3もコア形状に合わせ、ティース側面部辺7に対応する辺32とティース先端側辺8に対応する辺31の挟角を $120^\circ$ とし、ティース側面部辺7に対応する辺32とティース根元部辺9に対応する辺33の挟角を $120^\circ$ 以下の角度、ここでは $90^\circ$ とした。インシュレータ3はPPS樹脂で成形されたものである。

【0058】図19の鉄損解析図からわかるように、ティース側面部辺7とティース先端側辺8との交点部分が鉄損に大きく影響するため、ここを $120^\circ$ にすれば従来の電動機と比較して鉄損改善が図られる。ティース側面部辺7とバックヨーク側辺13の挟角は $120^\circ$ にはせず、例えば $90^\circ$ にするとその分だけ鉄損は若干大きくなってしまいが、ティース側面部辺7とティース先端側辺12の交点部分に比べて影響が少ない。その代わりスロット10が大きくなり巻線2が多く巻き込めるようになる。

【0059】つまり本実施の形態は実施の形態1に対し鉄損は幾分大きくなるが銅損は小さくできるので、鉄損よりも銅損を低減させたいときには有効な形状である。

【0060】実施の形態3. 図4はこの発明の実施の形態3における集中巻型電動機の固定子のスロット部拡大図である。この図では、特にティース6の先端部を拡大して示している。実施の形態1、2に示した集中巻型電動機のコアは、プレス打ち抜きした磁性材料を複数枚積層することによって形成される。プレス打ち抜きの際、コアは金型で打抜かれるが、金型の寿命上、コア角部は曲面とするのが普通である。

【0061】図4のようにコア角部が巻線2の半径 $r 1$ よりも小さい $r 2$ の曲面で構成されていれば、コアの曲面部14に巻線2が当たることがなく2つの辺8、9によって支持されるため巻線2が安定した状態で配置される。しかし、コア角部が巻線2の半径よりも大きな半径の曲面で構成されていると巻線2の位置が不安定になり巻き込める巻線量が減少する。

【0062】よって本実施の形態は巻線性に影響するティース側面部辺7とティース先端側辺8の交差部(コア角部)、ティース側面部辺7とティース根元部辺9の交差部(コア角部)を、巻線2の半径よりも小さな半径の曲面で形成したものである。その他の構成については、実施の形態1、2に記載したものと同一である。この時インシュレータ3はコアの曲面に合わせ厚みが均一になるよう曲面形状とするのが最も無駄が少ないが、多少曲

面半径が大小しても巻線半径よりも小さければ問題ない。

【0063】この実施の形態の形態における集中巻型電動機は、ティース側面部辺7とティース先端側辺8とで形成される交差部(コア角部)、ティース側面部辺7とティース根元部辺9とで形成される交差部(コア角部)を巻線2の半径よりも小さな半径の曲面で構成したので、これら交差部に巻線2を安定して配置することが可能となり、スロット内に整列して巻線2を配置することができる。

【0064】この実施の形態では実施の形態1において、ティース側面部辺7とティース先端側辺8とで形成される交差部(コア角部)、ティース側面部辺7とティース根元部辺9とで形成される交差部(コア角部)を巻線2の半径よりも小さな半径の曲面で構成した場合を示したが、実施の形態2に適用することも可能である。

【0065】さらに、ティース根元部辺9とティースコアバック辺13とで形成されるコア角部も巻線2の半径よりも小さな半径の曲面とすることが望ましい。

【0066】実施の形態4. 図5はこの発明の実施の形態4における集中巻型電動機の固定子のスロット部拡大図である。

【0067】この実施の形態は、固定子コア4のティース側面部辺7とティース根元部辺9とのコア角部の形状と、当該部分を覆う絶縁部材としてのインシュレータ3の形状とが異なるものである。即ち、固定子コア4のティース側面部辺7とティース根元部辺9とのコア角部は巻線2の半径よりも大きな半径の曲面で形成されているが、ティース側面部辺7とティース根元部辺9のコア角部を覆うインシュレータ3の辺32と辺33の挟角を $120^\circ$ としたものである。その他の構造については、実施の形態1および2と同様である。この実施の形態で用いるインシュレータ3もPPS樹脂で成形される。

【0068】この実施の形態の構造であれば、コアの曲面よりも小さな線径の巻線を使用せねばならない場合でも、インシュレータ3のティース側面部辺7とティース根元部辺9に対応する32、33の挟角を $120^\circ$ としているので、巻線位置が安定することで巻き乱れがなく巻線できるので結果的に巻線の長さが短くなり、銅損低減がはかれる。

【0069】尚、この実施の形態では固定子コア4のティース側面部辺7とティース根元部辺9とのコア角部を巻線2の半径よりも大きな半径の曲面で形成し、ティース側面部辺7とティース根元部辺9のコア角部を覆うインシュレータ3の辺32、33の挟角を $120^\circ$ としたが、ティース側面部辺7とティース先端側辺8のコア角部を巻線2の半径よりも大きな半径の曲面で形成し、この部分を覆うインシュレータ3の辺31、32の挟角を $120^\circ$ としても良い。

【0070】実施の形態5. 図6は、実施の形態5にお

## 15

ける集中巻型電動機の固定子のスロット部拡大図である。ティース側面部辺7とティース先端側辺8の挟角 $\theta 1$ 、ティース側面部辺7とティース根元部辺9の挟角 $\theta 2$ が $120^\circ$ 以上で形成されている固定子において、ティース側面部辺7とティース先端側辺8のコア角部およびティース側面部辺7とティース根元部辺9のコア角部を覆うインシュレータ3の形状を $120^\circ$ の角度を持った直線構造としたものである。即ち、ティース6のティース側面部辺7とティース先端側辺8の挟角 $\theta 1$ 、ティース側面部辺7とティース根元部辺9の挟角 $\theta 2$ は $120^\circ$ よりも大きい角度に設定されているが、インシュレータ3の辺31、32の挟角を $120^\circ$ に設定している。また、インシュレータはPPS樹脂にて成形される。

【0071】ティース側面部辺7とティース先端側辺8の挟角 $\theta 1$ を $120^\circ$ よりも大きい角度に設定することにより、この部分に磁束密度が集中するのを低減することができ、鉄損をより低減することが可能となる。さらに、インシュレータ3の辺31、辺32の挟角を $120^\circ$ とすることにより、巻線2を最適な俵積みで積層することは可能となり、銅損の低減も行なうことが可能となる。

【0072】一般に、ティース先端部15と隣のティース先端部との隙間であるスロットオープニング16が狭い場合に、このスロットオープニング16を介して磁束が漏れるのが問題となる場合がある。この漏れ磁束はモータトルクに対し無効な磁束であるため、効率悪化の原因となる。

【0073】このスロットオープニング16を介して磁束が漏れるのを低減するための方策として、例えばティース先端部15のスロットオープニング部高さ17を小さくことが考えられる。しかし、スロットオープニング部高さ17を小さくすると図6に示すようにティース側面部辺7とティース先端側辺8とで形成される角度 $\theta 1$ は $120^\circ$ 以上の角度となってしまう。そこで、ティース側面部辺7とティース先端側辺8とで形成される角度 $\theta 1$ は $120^\circ$ 以上の角度とし、巻線の整列性を確保するためにインシュレータ3は $120^\circ$ としておく。本構造にすることによって、巻線の整列性を崩すことなく、ティース先端部間の漏れ磁束を減少させることができる。

【0074】尚本実施の形態では、 $\theta 2$ の角度を $120^\circ$ 以上とし、この部分を覆うインシュレータの辺の挟角は $\theta 2$ と同じ角度としているが、インシュレータの辺の挟角を $120^\circ$ とするようにしてもよい。

【0075】実施の形態6。従来の電動機において、ティース側面部辺7とティース先端部8との挟角を $90^\circ$ としていた。その理由の一つは、固定子コアへの巻線のし易さのためである。従来は固定子コア4の内径側からノズルを挿入して巻線を行っていたので、この狭い領

## 16

域でノズルを移動させて巻線を行うためには、固定子コアの形状をシンプルな形状とする必要があった。特に、インナーロータの場合にはティースが中心軸に向かって突出するため、内径側のティース間の距離が狭くなり、巻線機のノズルを挿入するスペースを確保する要求が強い。

【0076】また、従来においてティース側面部辺7とティース先端部8との挟角を $90^\circ$ としていたのは、従来は固定子コア4の内径側からノズルを挿入して集中巻きを行なった場合に整列巻きが困難であったためでもある。整列巻きが困難であったために、俵積みを行なうことが難しく、ティース側面部辺7とティース先端部8との挟角を $120^\circ$ とする要求がなかった。

【0077】この実施の形態では、実施の形態1～5に示した集中巻型電動機の固定子コアを製造するのに適した製造方法を以下説明する。図7は、この実施の形態6における固定子コアの製造方法を示す図、図8は最終的に製造された固定子コアの構造図である。

【0078】まず、図7(a)に示すような磁性材料をプレス打ち抜きする。この磁性材料はコア18が薄肉部19を介して連結されたものである。またコア18にはティース6が形成されている。このティース6の形状については、実施の形態1～5において説明したものと同一である。次に、図7(b)に示すように磁性材料を複数枚積層して固定子コア4を形成する。

【0079】その後、図7(c)に示すように固定子コア4を直線状(带状)に保持した状態で、絶縁部材としてのインシュレータ3をティース6周辺に取り付ける。このインシュレータの形状は、先の実施の形態にて説明したものと同様である。さらに、固定子コア4を直線状(带状)に保持した状態でインシュレータ3を介してティース6の回りに巻線を施す。直線状に保持した状態でティース6の回りに巻線を施すため、ティース間隔6を確保することができ、ティース側面部辺7とティース先端部8との挟角を $120^\circ$ とした場合でもこの部分に巻線を施すことが可能となる。巻線完了後、固定子コア4の薄肉部10で折り曲げることににより最終的に固定子コア4を図8のように環状に形成する。

【0080】この実施の形態におけるインシュレータとしてもPPS樹脂(ポリフェニレンサルファイド)を用いる。このPPS樹脂は、従来のインシュレータ材料に比べ、耐熱性に優れ、加水分解の心配がない、耐熱性が高い、成形性が良い、強度、剛性が高いという特性を有している。上述のような集中巻き行なうと、巻線の際にインシュレータにかなりのテンションがかかる。そのため、インシュレータ自体の剛性が必要不可欠となり、PPS樹脂が有効である。また、剛性を有するため、インシュレータの辺の角度を巻線後においても $120^\circ$ に保つことも可能となる。これにより巻線の整列性を高めることができる。

【0081】このように磁性材料を直線状に保持した状態でティース6の回りに巻線を施すことにより巻線の整列巻きが可能となるため、ティース側面部辺7とティース先端側辺8の挟角 $\theta 1$ 、ティース側側面部辺7とティース根元部辺9の挟角 $\theta 2$ 、又はインシュレータ3で形成される角度が $120^\circ$ であった場合にも倣積みを行いながらティース6の回りに集中巻きすることが可能となる。

【0082】また、バックヨーク側辺13はティース側面部辺7に対して $90^\circ$ の角度を有するように $\theta 3$ が $150^\circ$ に設定されている。そのため、ティースを互いに平行に保持した状態で、隣接するティースコアバック辺13a、13bが平行（図では、同一面上に位置している）となっている。そのため、複数のティースに巻線を施す際のノズルの軌跡を単純化することができ、巻線が容易になる点で有利である。

【0083】尚、この実施の形態においては、直線状の磁性材料をプレス打ち抜きしているが、複数のコア18が薄肉部19で順次連結された環状の磁性材料をプレス打ち抜きし、積層して、巻線を行なう際に薄肉部19を折り曲げて直線状に保持し、巻線後には再度薄肉部19を折り曲げて環状に形成することも可能である。この場合には磁性材料が予め環状にプレス打ち抜きされているため、巻線後に固定子コア4を環状に形成した時の真円度を高めることができる。

【0084】また尚、この実施の形態ではティース6の回りに巻線を集中巻きする際に、コアを直線状に保持した状態で巻いているが、ティース6が広がる方向にさらに曲げた状態で巻線を行ってもよい。このようにすることによりティース6同士の間隔をより広く確保することが可能となり、更に巻線が容易になる。特に、ティース側面部辺7とティース先端側辺8の挟角 $\theta 1$ を $120^\circ$ よりも大きくした場合には、有効である。

【0085】実施の形態7. この実施の形態では、実施の形態1～5に示した集中巻型電動機の固定子コアの製造方法の他の例について説明する。図9はこの実施の形態における固定子コアの製造方法を示す図、図10は最終的に製造された固定子コアの構造を示す図である。これら図9、10を用いて固定子コアの製造方法を以下説明する。

【0086】まず、図9(a)に示すような2種類のコア片20a、20bを形成する。例えば、磁性材料をプレス打ち抜きして2種類のコア片20a、20bを形成する。このコア片20a、20bには連結部22として、表面に凸部を裏面に凹部を設けている。

【0087】次に、図9(b)に示すように2種類のコア片20a、20bを積層する。積層は次のように行なう。まず、同じ種類のコア片20aを複数個の直線状（帯状）に配列することによりコア部材21aを形成す

る。次に、コア部材21aの上に他の種類のコア片20bを帯状に配列して層を形成する。この時、コア片20bの裏面の凹部がコア片20aの表面の凸部に嵌合するように積層する。すなわち、積層方向に相隣るコア片の凸部と凹部とが嵌合される。さらにコア片20bからなるコア部材21bの上にコア片20aを帯状に配列する。この時もコア片20aの裏面の凹部がコア片20bの表面の凸部に嵌合するように積層する。このようにコア片20aからなるコア部材21aとコア片20bからなるコア部材21bとを互い違いに積層していき、固定子コア4を形成する。

【0088】このように形成された固定子コア4は、コア片20a、20bにそれぞれ設けられた凸部・凹部の連結部22を中心に、回転可能となる。その後、この固定子コア4のティースに絶縁部材としてのインシュレータ3を取り付ける。このインシュレータ3もPPS樹脂にて成形されたものである。インシュレータ3を取り付けた後、固定子コア4を直線状（帯状）に保持した状態で、インシュレータ3を介してティース6の回りに巻線2を施す。その後、連結部22を回転することにより環状に形成する。このようにして最終的に図10に示す固定子を製造する。

【0089】実施の形態1～5の固定子の製造方法として、この実施の形態に示したような製造方法を採用することにより、実施の形態6と同様の効果を有する。そして、巻線性が良く、より高効率な集中巻型電動機を提供できる。尚、この実施の形態では、コア片20a、20bを形成してから、積層する手順で説明しているが、コア片20aを形成して積層し、その後コア片20bを形成して積層するというようにコア片の形成と積層を繰り返して行なうことで、固定子鉄心を形成するようにしてもよい。

【0090】尚、この実施の形態においては、コア片20a、20bに設けた凸部および凹部とにより、連結して回転可能としているが、図11に示すようにコア片20a、20bに貫通穴を設け、この貫通穴にピン221を通して回転可能とすることも可能である。また、コア片20に凹部および凸部を設け、図12に示すように同じ層の複数のコア片20の凹部及び凸部同士をはめ込んで関節部を形成し、この関節部を中心に回転可能としてもよい。即ち、同一層において相隣るコア片の前記凸部と凹部とを嵌合させて前記連結部を形成する。これらピン221、関節部は、いずれも連結部22の一例である。

【0091】実施の形態8. 図13は、この実施の形態8における集中巻型電動機のインシュレータの構造図であり、特にティース部分を拡大して示している。図13はインシュレータ3がティース6に装着された状態を示している。

【0092】図13(a)は、インシュレータ3を取り

付けた固定子コアの上面図である。図13(a)において、一点鎖線は透過線であり、インシュレータ3が覆われたティース6の輪郭を示している。

【0093】図13(b)は、インシュレータ3を取り付けた固定子コアの側面図である。図13(b)は、固定子コアの端部を特に拡大して示しており、一点鎖線は透過線でありインシュレータ3の輪郭を示している。圧縮機の電動機の固定子は通常円筒状であり、固定子コアの端部とは円筒の端面部を意味する。図13(c)は、ティース6の突出方向に平行な縦断面A-Aの縦断面図であり、図13(d)及び図13(e)は、縦断面A-Aに対して傾斜した断面B-BおよびC-Cの断面図である。

【0094】集中巻きにおいて巻線2は1本のティースの回りに集中的に巻き回されるため、ティースの側面およびティースの表面を覆うようにして巻装される。そのため、絶縁部材としてのインシュレータ3はティースの側面およびティースの表面を覆うように取り付けられることになる。図13(a)における辺31、辺32、辺33の部分がティースの側面を覆う部分であり、図13(c)における辺35、36、37の部分がティースの表面を覆う部分である。

【0095】図13(a)(b)の滑らかな曲面であるティース側曲面311は、図13(a)のインシュレータ3の辺32から図13(c)の辺35を通り、さらに反対側の辺32に至る。ティース側曲面311をコア横断面で切ったときの辺が辺32であり、縦断面A-Aで切ったときの辺が辺35である。

【0096】図13(b)における斜線で示した部分はティース先端側曲面310であり、このティース先端側曲面310は、図13(a)における辺31から図13(c)の辺36を通り、さらに反対側の辺31に至る。ティース先端側曲面310をコア横断面で切ったときの辺が辺31であり、縦断面A-Aで切ったときの辺が辺36である。

【0097】図13(a)におけるティース根元曲面312は、図13(a)における辺33から図13(c)の辺37を通り、反対側の辺33に至る。ティース根元曲面312をコア横断面で切ったときの辺が辺33であり、縦断面A-Aで切ったときの辺が辺37である。

【0098】この実施の形態においては、コア横断面において辺31と辺32との挟角、辺32と辺33との挟角、縦断面A-Aにおいて辺35と辺36の挟角、辺35と辺37の挟角がいずれも $120^\circ$ である。巻線はインシュレータ3を介してティース6に3次元的に巻かれているため、横断面に加えて縦断面でも辺35と辺36の挟角を $120^\circ$ とすることでさらに整列性が改善される。

【0099】この実施の形態では、ティース先端側曲面310とティース側曲面311との間の角度は、縦断面

であるA-A断面だけでなく全ての断面でも $120^\circ$ が保たれるようにしている。即ち、B-B断面およびC-C断面でも $120^\circ$ が保たれるようにしている。このようにすることにより、横断面と縦断面のみを $120^\circ$ とする場合に比べてより整列性良く巻線を行なうことができる。さらに、すべての断面で $120^\circ$ とすればさらに整列性が良くなる。

【0100】インシュレータ3は一般に樹脂成形されるものであるため、3次元成形を比較的簡単に行なうことができる。特に、インシュレータの材料としてPPS樹脂を用いることが剛性、および成形性の面で有効である。

【0101】以上説明した実施の形態では挟角を $120^\circ$ にした場合について述べたが、この角度に近似するものにも本発明は適用可能である。そのため、 $120^\circ$ およびこの角度に近似するものを含めてほぼ $120^\circ$ と表記する。また、この実施の形態では特に圧縮機に採用する電動機について説明しているため、すべてインナーロータ型であるが、アウターロータ型の電動機においても本発明は適用可能である。さらに、圧縮機以外の電動機に適用することも可能である。

【0102】

【発明の効果】この発明の固定子鉄心は、バックヨーク部と、当該バックヨーク部から突出した複数のティース部とを有する固定子鉄心において、前記ティース部は、ティース側面のティース側面部辺と、当該ティース側面部辺に対してティースの先端側に位置するティース先端部辺とを有し、前記ティース側面部辺と前記ティース先端部辺の挟角を固定子鉄心の横断面において略 $120^\circ$ としたので、銅損と鉄損の相反する損失を両方低減することができる。

【0103】また、前記ティース部は、前記ティース側面部辺に対して前記ティースの根元側に位置するティース根元部辺とを有し、前記ティース側面部辺と前記ティース根元部辺の挟角を固定子鉄心の横断面において略 $120^\circ$ としたため、さらに銅損の低減を図ることができる。

【0104】さらに、前記ティース側面部辺と前記ティース先端部辺の交差部にはアールが形成されており、このアール半径を巻線の半径よりも小さくしたため、ティース側面部辺とティース根元部辺の交差部に巻線を安定して配置することができ、より整列した巻装を行なうことができる。

【0105】さらにまた、前記バックヨーク部はその側面にバックヨーク側辺を有し、当該バックヨーク側辺と前記ティース根元部辺との挟角は略 $150^\circ$ であるため、バックヨークの厚さを確保したまま固定子鉄心の小型化を可能としている。

【0106】この発明の固定子は、バックヨーク部と、当該バックヨーク部から突出した複数のティース部と、

10

20

30

40

50

## 21

前記ティース部の表面を覆う絶縁部材と、当該絶縁部材を介して前記ティース部に巻装された巻線とを有する固定子において、前記ティース部は、ティース側面のティース側面部辺と、当該ティース側面部辺に対してティースの先端側に位置するティース先端部辺とを有し、前記絶縁部材は、前記ティース側面部辺を覆う第1の辺と、前記ティース先端部辺を覆う第2の辺とを有し、前記第1の辺と前記第2の辺の挟角を固定子鉄心の横断面において略 $120^\circ$ としたため、固定子の形状に左右されずに前記第1の辺と第2の辺の挟角を略 $120^\circ$ に確保することができる。

【0107】また、前記ティース側面部辺と前記ティース先端部辺の挟角は前記第1の辺と前記第2の辺との挟角よりも大きいため、巻線の整列性を崩すことなくティース先端部間の漏れ磁束を低減することができる。

【0108】さらに、前記ティース部は、前記ティース側面部辺に対して前記ティースの根元側に位置するティース根元部辺とを有し、前記絶縁部材は、前記ティース根元部辺を覆う第3の辺を有し、前記第2の辺と前記第3の辺の挟角を固定子鉄心の横断面において略 $120^\circ$ としたので、さらに銅損の低減を図ることができる。

【0109】さらにまた、前記絶縁部材の前記第1の辺の長さ $L$ は、前記巻線の直径を $d$ とすると、 $L = d(n-1 + \tan 30^\circ)$  ( $n$ は任意の自然数)の関係性を有するので、前記第2の辺に巻線を敷き詰めることが可能となり、より効率的な巻線配置が可能となる。

【0110】また、前記絶縁部材は、固定子鉄心の端部においてティースの表面を覆う部分を有し、ティースの突出方向に平行な縦断面においてティース表面を覆う第4の辺と当該第4の辺に対してティース先端側に位置する第5の辺の挟角が略 $120^\circ$ であるため、固定子鉄心の端部での巻線の整列性を高めることができる。

【0111】この発明の固定子鉄心は、バックヨーク部と、当該バックヨーク部から突出した複数のティース部とを有する固定子鉄心において、前記ティース部は、ティース側面のティース側面部辺と、前記ティース側面部辺に対して前記ティースの根元側に位置するティース根元部辺とを有し、前記ティース側面部辺と前記ティース根元部辺の挟角を固定子鉄心の横断面において略 $120^\circ$ とし、且つ前記ティース部の数を9本としたため、バックヨークの厚みを確保しつつ固定子コアの直径をより小さくすることができる。

【0112】この発明の固定子は、バックヨーク部、当該バックヨーク部から突出した複数のティース部を有する固定子鉄心と、前記ティース部の表面を覆う絶縁部材と、当該絶縁部材を介して前記ティース部に巻装された巻線とを有する固定子において、前記ティース部はその側面にティース側面部辺を有し、当該ティース側面部辺のティース先端側若しくはティース根元側の端にはアー

## 22

ルが形成され、前記絶縁部材は、前記ティース側面部辺を覆う第1の辺と、前記アルが形成された部分を覆う第2の辺とを有し、前記第1の辺と前記第2の辺との挟角が略 $120^\circ$ であるため、固定子鉄心の角部分にアルが形成される場合でもその形状に左右されずに銅損を低減することができる。

【0113】この発明の電動機は、バックヨーク部、当該バックヨーク部から突出した複数のティース部を有する環状の固定子鉄心と、当該環状の固定子鉄心の内部に前記ティース部と対向して設けられたインナーロータと、前記ティース部の表面を覆う絶縁部材と、当該絶縁部材を介して前記ティース部に集中巻きした巻線とを有する電動機であって、前記絶縁部材は前記固定子鉄心の横断面において、前記ティース部の側面を覆う第1の辺と、当該第1の辺に対して前記ティース部の先端側に位置する第2の辺とを有し、前記第1の辺と前記第2の辺との挟角を略 $120^\circ$ とし、前記第1の辺および前記第2の辺上に前記巻線を倭巻きで巻装したため、銅損と鉄損を両方低減した電動機を得ることができる。

【0114】この発明の圧縮機は、バックヨーク部、当該バックヨーク部から突出した複数のティース部を有する固定子鉄心と、当該固定子の前記ティース部と対向して設けられたインナーロータと、前記ティース部の表面を覆う絶縁部材と、当該絶縁部材を介して前記ティース部に巻線とを有する電動機を有し、当該電動機により冷媒の圧縮を行なう圧縮機であって、前記絶縁部材をポリフェニレンサルファイド樹脂により成形したため、従来の冷媒(HCFC冷媒、CFC冷媒)および新冷媒(HFC冷媒)のいずれにも適した圧縮機を得ることができる。

【0115】この発明の固定子製造方法は、バックヨーク部、当該バックヨーク部から突出した複数のティース部を有する固定子鉄心と、前記ティース部の表面を覆う絶縁部材と、当該絶縁部材を介して前記ティース部に巻装された巻線とを有し、前記絶縁部材は前記固定子鉄心の横断面において、前記ティース部の側面を覆う第1の辺と、当該第1の辺に対して前記ティース部の先端側に位置する第2の辺とを有し、前記第1の辺と前記第2の辺との挟角を略 $120^\circ$ とした固定子製造方法であって、前記バックヨーク部、前記複数のティース部、当該複数のティース部間を繋ぐ連結部を有し、当該連結部において折り曲げ可能な固定子鉄心を作成する第1ステップと、前記第1ステップの後、前記固定子鉄心の前記複数のティース部を互いに平行に又は平行よりも前記複数のティース部が互いに広げた状態で保持し、前記絶縁部材を前記ティース部に取り付ける第2ステップと、前記第2ステップの後、前記固定子鉄心の前記複数のティース部を互いに平行に又は平行よりも前記複数のティース部が互いに広げた状態で、前記絶縁部材を介して前記ティース部に前記巻線を集中的に巻装する第3ステップ

と、前記第3ステップの後、前記連結部において前記固定子鉄心を環状に折り曲げる第4ステップとを有するため、効率的な集中巻きの固定子を得ることができる。

【0116】また、前記連結部は、前記ティース部を繋ぐバックヨーク部に設けられた薄肉部であり、当該薄肉部で固定子鉄心を環状に折り曲げるため、固定子鉄心を簡単な構造で作成することができる。

【0117】さらに、前記固定子鉄心は凸部および凹部を有する複数のコア片を積層して形成され、積層方向に相隣るコア片の前記凸部と凹部とを嵌合させて前記連結部を形成するため、薄肉に比べ連結部での折り曲げ回数、折り曲げ角度等の制約が低減される。

【0118】さらに、前記固定子鉄心は凸部および凹部を有する複数のコア片を積層して形成され、同一層において相隣るコア片の前記凸部と凹部とを嵌合させて前記連結部を形成するため、薄肉に比べ連結部での折り曲げ回数、折り曲げ角度等の制約が低減される。

【0119】さらにまた、貫通穴を有する複数のコア片を積層して前記固定子鉄心を形成し、前記複数のコア片に設けられた貫通穴にピンを挿入することにより前記連結部を形成するため、薄肉に比べ連結部での折り曲げ回数、折り曲げ角度等の制約が低減される。

【図面の簡単な説明】

【図1】 実施の形態1における集中巻型電動機の横断面図である。

【図2】 図1のスロット部分を拡大した図である。

【図3】 実施の形態2における集中巻型電動機の固定子スロット拡大図である。

【図4】 実施の形態3における集中巻型電動機の固定子スロット部拡大図である。

【図5】 実施の形態4における集中巻型電動機の固定子スロット部拡大図である。

【図6】 実施の形態5における集中巻型電動機の固定

子スロット部拡大図である。

【図7】 実施の形態6における固定子の製造方法を示す図である。

【図8】 実施の形態6の製造方法によって製造された固定子コアの構造図である。

【図9】 実施の形態7における固定子の製造方法を示す図である。

【図10】 実施の形態7における製造方法によって製造された固定子コアの構造図である。

【図11】 連結部の他の構造例を示す図である。

【図12】 連結部の他の構造例を示す図である。

【図13】 実施の形態8における集中巻型電動機のインシュレータの構造図である。

【図14】 従来例1の集中巻型電動機の固定子コアおよび回転子の断面図である。

【図15】 巻線積層例を示した図である。

【図16】 他の巻線積層例を示した図である。

【図17】 従来例2の電機子鉄心の斜視図である。

【図18】 従来例2のコイルスロットの形状を示す図である。

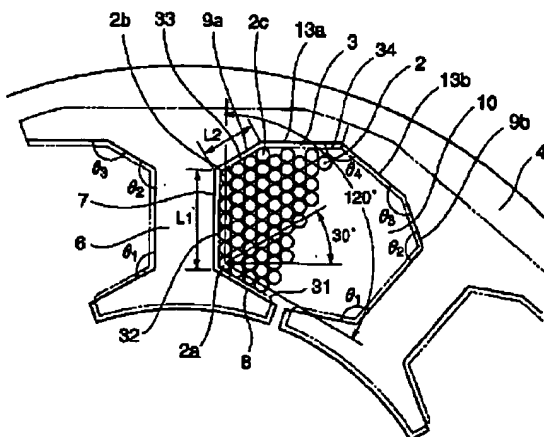
【図19】 従来例1の固定子鉄心の鉄損解析図である。

【図20】 ティース本数を6とした場合の固定子コアを示す図である。

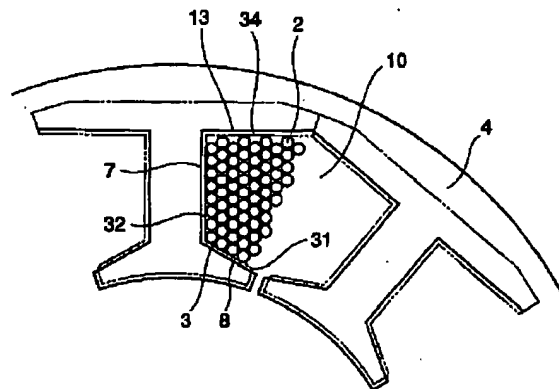
【符号の説明】

1 固定子、2 巻線、3 インシュレータ、4 固定子コア、5 回転子、6 ティース、41 バックヨーク部、ロータ対向部42、7 ティース側面部辺、8 ティース先端側辺、9 ティース根元部辺、13 バックヨーク側辺、16 スロットオープニング、18 コア、19 薄肉部、20a、20b コア片、21 コア部材、22 連結部。

【図2】



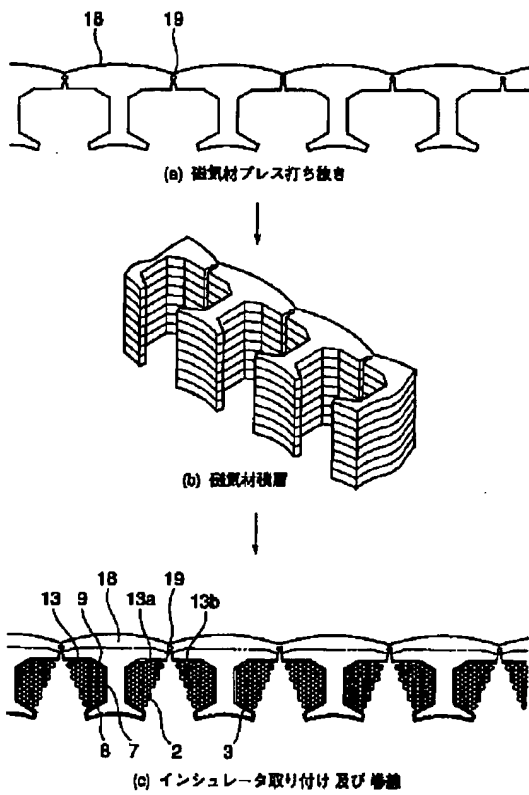
【図3】



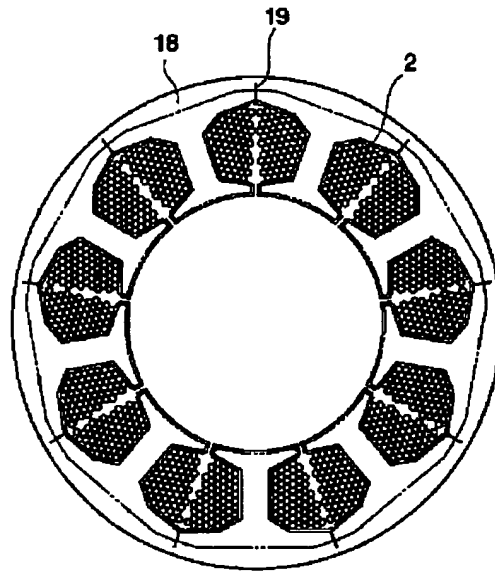




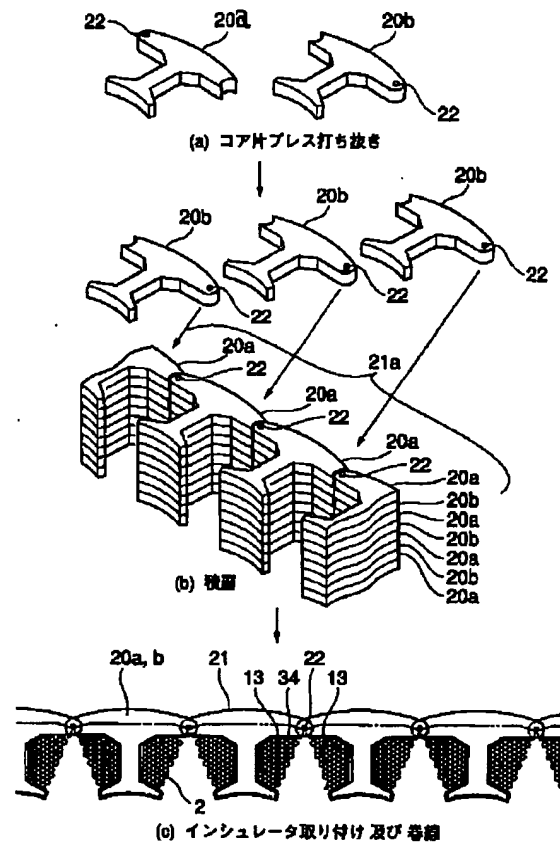
【図7】



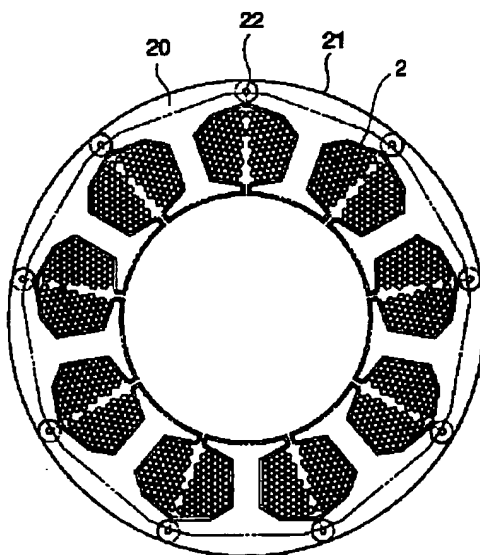
【図8】



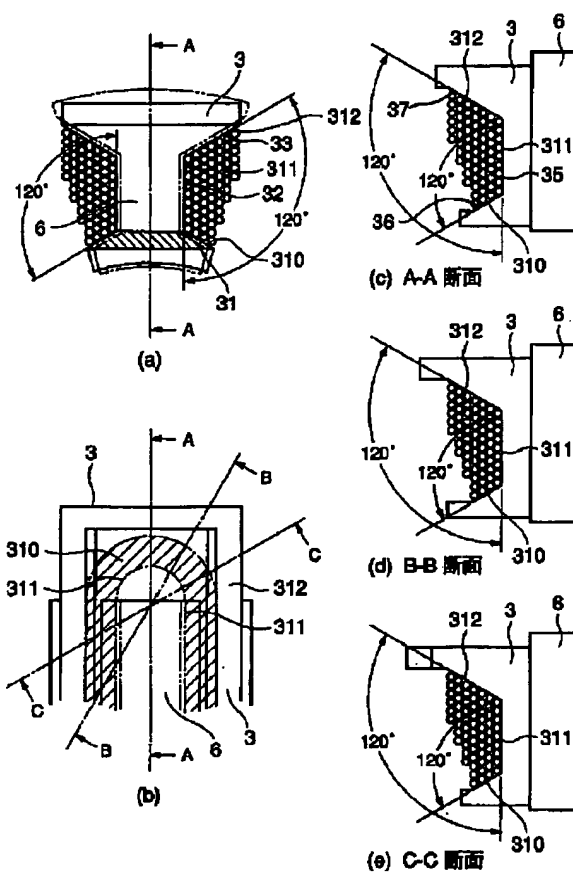
【図9】



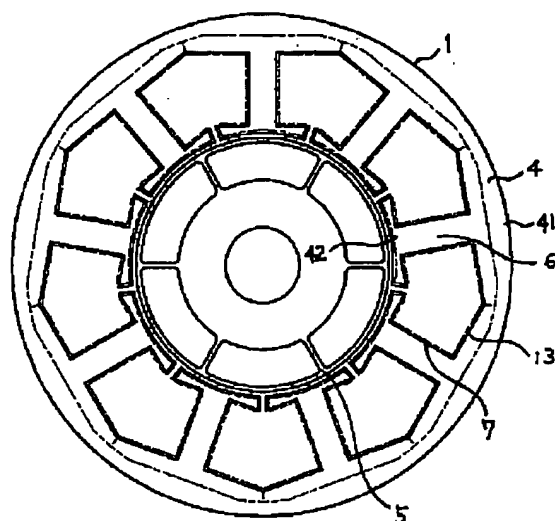
【図10】



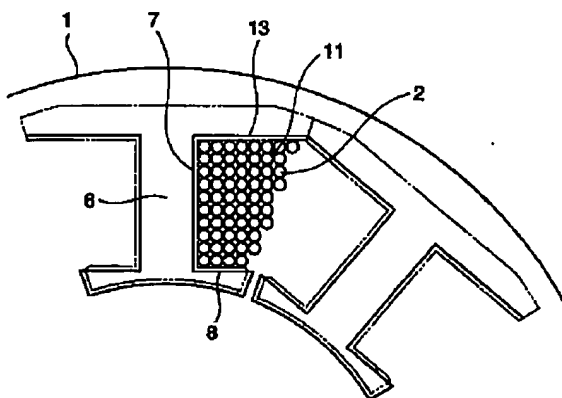
【図13】



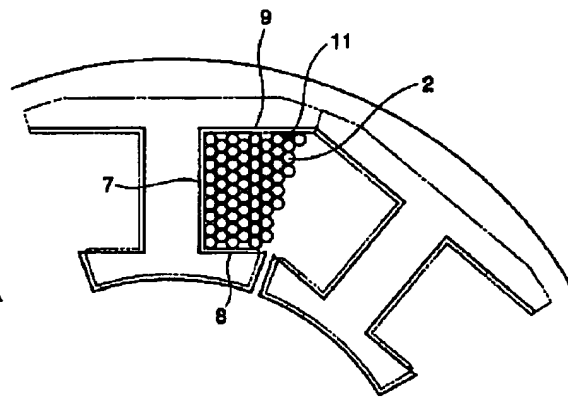
【図14】



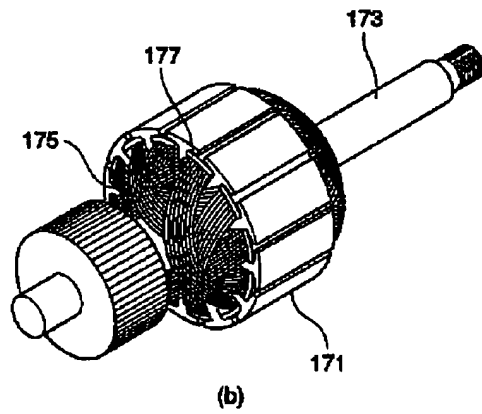
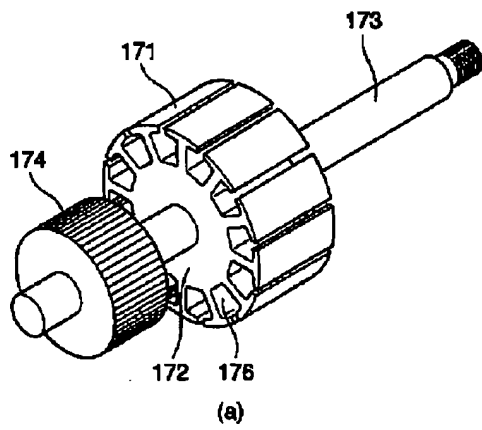
【図15】



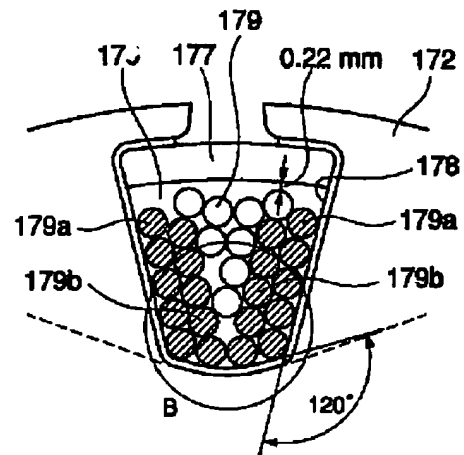
【図16】



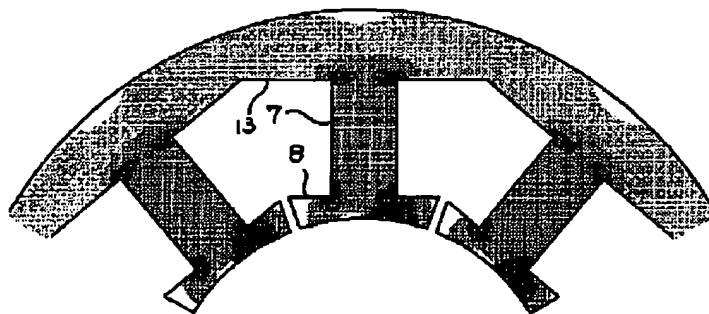
【図17】



【図18】



【図19】

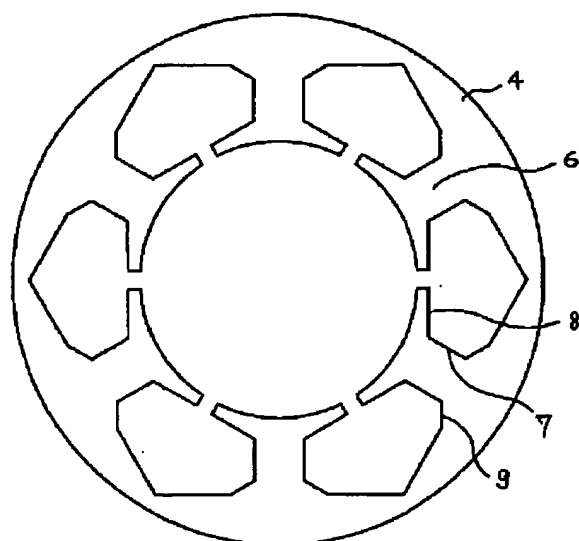


鉄損レベル

大

小

【図20】




---

フロントページの続き

(72)発明者 荒井 利夫  
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三  
菱電機株式会社内

(72)発明者 風間 修  
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三  
菱電機株式会社内

(72)発明者 増本 浩二  
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三  
菱電機株式会社内

(72)発明者 加藤 政紀  
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三  
菱電機株式会社内

(72)発明者 馬場 和彦  
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三  
菱電機株式会社内

(72)発明者 秋田 裕之  
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三  
菱電機株式会社内

(72)発明者 中原 裕治  
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三  
菱電機株式会社内

(72)発明者 大田 順一  
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三  
菱電機株式会社内

Fターム(参考) 5H002 AA02 AA03 AB01 AB07 AC03  
AE06 AE07 AE08  
5H604 AA05 BB01 BB14 CC01 CC05  
CC15 CC16 DA13  
5H615 AA01 BB14 PP01 PP06 PP08  
PP10 QQ02 SS05